

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表平8-500931

(43) 公表日 平成8年(1996)1月30日

(51) Int.Cl.⁹

H 0 1 M 8/04
8/10

識別記号

K 9444-4K
9444-4K

庁内整理番号

F I

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 12 頁)

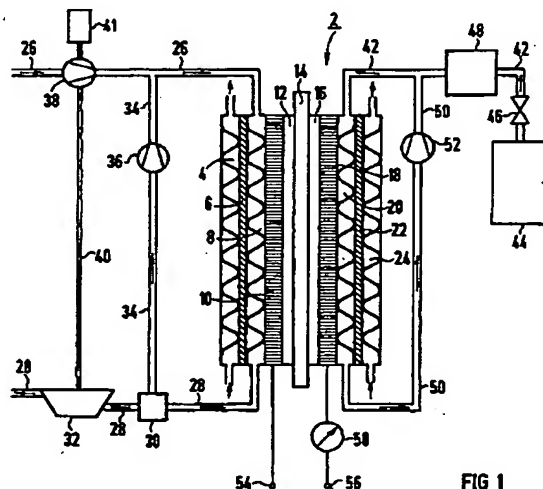
(21) 出願番号 特願平6-504867
(86) (22) 出願日 平成4年(1992)8月10日
(85) 翻訳文提出日 平成7年(1995)2月6日
(86) 国際出願番号 PCT/DE92/00661
(87) 国際公開番号 WO94/03937
(87) 国際公開日 平成6年(1994)2月17日
(81) 指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, M C, NL, SE), CA, JP, US

(71) 出願人 シーメンス アクチエンゲゼルシャフト
ドイツ連邦共和国 デー-8000 ミュンヘン 2 ウイツテルスバツヒアープラツツ 2
(72) 発明者 シュトラツサー、カール
ドイツ連邦共和国 デー-8520 エルランゲン ライプチガー シュトラーセ 79
(74) 代理人 弁理士 富村 潔

(54) 【発明の名称】 燃料電池及びその電解質の加湿方法

(57) 【要約】

酸素イオン又は水酸化イオン、或いは陽子伝導性電解質を備えた；燃料電池においては原理的に、電解質の乾燥収いは希釈化、従って空気作動の際の燃料電池の機能障害を回避するために、燃料ガスの空気加湿の問題がある。この場合空気加湿には特に構造的及び経済的な経費増加が障害となる。この欠点を回避するために、この発明によれば燃料電池の陰極側に生ずる排ガスの少なくとも一部が燃料電池の陰極側に再循環させられる。これにより電解質の水分量が再循環させられる排ガス量の簡単な調整により広い範囲で調整可能となる。これにより P E M 燃料電池の経済的な使用が可能となる。この発明は、原理的には酸素イオン又は水酸化イオン、或いは陽子伝導性電解質を備えたすべての燃料電池において適用可能である。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

1. 燃料電池（2）の陰極側に生ずる排ガスが少なくとも部分的に燃料電池（2）の陰極（12）に再循環させられることを特徴とする燃料電池の電解質の加湿方法。
2. 燃料電池（2）の陰極側に接続された排ガス管（28）に再循環路（34）が接続され、これを介して陰極側に生ずる排ガスの少なくとも一部が燃料電池（2）の陰極（12）に再循環させられ、さらに再循環路（34）には調整部材（30）が付設されていることを特徴とする請求項1記載の方法を実施するための燃料電池。
3. 調整部材（30）により再循環させられる排ガスの一部が燃料電池（2）の放出出力に比例して調整されることを特徴とする請求項2記載の燃料電池。
4. 再循環路（34）がガス圧縮器（36）を介して陰極側に接続された空気供給管（26）に開口していることを特徴とする請求項1又は2記載の燃料電池。
5. 空気供給管（26）に空気の流れ方向に見て再循環路（34）の開口個所の前に空気圧縮器（38）が組み込まれていることを特徴とする請求項4記載の燃料電池。
6. 空気供給管に空気の流れ方向に見て再循環路の開口個所の後にガス圧縮器が、開口箇所の前に絞りが組み込まれていることを特徴とする請求項2又は3記載の燃料電池。
7. 再循環路（34）が空気ジェット圧縮器（63）の吸引管（60）に開口し、この空気ジェット圧縮器が空気供給管（26）に接続されたガス圧縮器（38）により圧縮空気を供給されかつ燃料電池（2）の陰極側に接続されていることを特徴とする請求項2又は3記載の燃料電池。
8. ポリマー電解質膜型（PBM）の燃料電池であることを特徴とする請求項2乃至7の1つに記載の燃料電池。
9. アルカリ性の燃料電池であることを特徴とする請求項2乃至7の1つに記載の燃料電池。

10. 酸性燃料電池であることを特徴とする請求項2乃至7の1つに記載の燃料電池。

【発明の詳細な説明】**燃料電池及びその電解質の加湿方法**

この発明は、燃料電池、特にポリマー電解質膜型の燃料電池及び燃料電池の電解質の加湿方法に関する。

燃料電池は一般に、導電板、陰極、イオン伝導性中間層、陽極及びもう 1 つの導電板からなり、これらが上記の順序で平板状に積み重ねられたものである。この構成の燃料電池は、特に 1989 年ニューヨークで出版されたアプルバイ及びフォークス共著「燃料電池ハンドブック」並びにファウ・デー・イー報告第 912 号、1992 年、125 乃至 145 頁のカー・シュトラサーの論文「電気牽引車用燃料電池」により公知である。燃料電池は化学的に結合されているエネルギーを直接電気エネルギーに変換できるので、いわゆるカルノー・サイクルによりその効率が制約されている従来公知の伝統的な火力発電所においてなされるよりも、より高い効率でかつ環境に対してより少ない負担でその燃料、例えば水素、天然ガス、バイオガスを電気エネルギーに変換することを可能にする。

前述の文献に従えば電気駆動力に関係してポリマー電解質膜型の燃料電池（PEM 燃料電池）が好ましいとされている。この型の燃料電池は技術的に純粋なガスでも CO_2 を含むガスや空気でも作動させることができる。自動車における使用に対して特に有利なことを例示すれば、運転温度が低く（ $< 100^\circ\text{C}$ ）、出力密度が高く、長時間特性が良くかつ腐食性液状電解質がないことである。腐食性液状電解質は例えば酸性又はアルカリ性の燃料電池において使用される。

上記の燃料電池における特別な問題は、燃料電池の作動中における電解質内の水分バランスである。燃料電池特に電解質内の水分量は燃料電池の機能性に密接に関係する。電解質内の水分量が高すぎるとその希釈度が高くなり燃料電池の利用可能な出力の減少になる。また電解質の水分量が低すぎると内部抵抗が上がり同様に燃料電池の電気出力の減少になる。さらに電解質が部分的に乾燥してもガス発生、即ち可燃性ガス混合物の生成に至ることもある。最悪の場合にはガス混合物が燃焼して燃料電池の損傷又は破壊をもたらす。

それ故酸性又はアルカリ性の燃料電池において電解質の水分量の調整のために

かなり経費を要する蒸発凝縮装置を設け、燃料電池に流入するガスの少なくとも一部を水蒸気の輸送に使用しかつこの目的のために温度調節された水面上を案内することが既に提案されている。

特に水素及び空気で作動するPEM燃料電池は陽子を導く膜内の水分量を調整するために蒸発装置を必要とする。この蒸発装置はその寸法決めに関して最低のシステム圧に適合させなければならない。なぜならばこの場合一定温度において最大流量が加湿され、従って最大の物質交換面積が必要であるからである。このような蒸発装置を使用する場合本来の燃料電池ブロックの大きさにも達するようなかなり大きな構造容積と、これに伴う高い投資コストを欠点として甘受しなければならない。これらの欠点はPEM燃料電池を使用する場合非常に重大であり、その使用特に可動的な使用を、従ってまたこのような燃料電池のより広い適用を妨げている。

この発明の課題は、燃料電池及びその電解質の加湿方法であって、燃料電池を経済的な観点に立って使用できるように上記の欠点を解消することのできる方法を提供することにある。

方法に関しての上記の課題は、陰極側に生ずる燃料電池の排ガスを少なくとも部分的に燃料電池の陰極に再循環させることにより解決される。これにより電気化学的な反応の際燃料電池に生ずる水（生成水）が先ず余分の排ガスとともに燃料電池の陰極から持ち去られ、次いで少なくとも部分的に燃料電池の陰極に再循環させられる。これにより陰極に流入する酸化剤の加湿度が上がり、燃料電池の電解質のよりよい加湿が保証される。なおこの場合燃料電池の陰極への酸化剤の供給とは、周囲空気の空気中酸素の供給の他に技術的に純粋な酸素の供給をも意味している。

燃料電池に関してのこの発明の課題は、燃料電池の陰極側に接続される排ガスパイプに再循環路を接続し、これを介して陰極側に生ずる排ガスの少なくとも一部を燃料電池の陰極に再循環可能にするとともに、再循環路に調整部材を付設させることにより解決される。

これにより燃料電池の陰極側から取り出された水及び熱の一部が再び陰極に戻

されることが可能になる。調整部材により排ガスの再循環させられる量を調整することができる。

この場合排ガスの再循環部分は調整部材により燃料電池の出力に比例するように調製されるのが特に好ましい。燃料電池の出力はその場合電流及び電圧を測定することによって容易に求めることができ、その場合燃料電池の出力の上昇とともに燃料電池の物質変換量も出力に比例して上昇する。調整部材により排ガスの再循環部分はこれに応じて調整される。

排ガスの再循環部分を再び陰極側の入口空気圧に加圧するためには、再循環路をガス圧縮器を介して陰極側に接続された空気供給管に接続するのが好ましい。その場合ガス圧縮器は陰極入口と出口との間の比較的小さい圧力差のみを平衡し、比較的小さい空気量を加圧しさえすればよい。

この発明の2つの実施例を図面を参照して詳しく説明する。

図1は陰極側に発生する燃料電池の排ガスのための再循環路を備えたPEM燃料電池を概略的に示し、

図2は再循環路が図1の実施例とは異なる形で空気供給管に接続されている部分を示す。

図1に概略的に示された燃料電池2は冷却室4、冷却水側のスペーサ6、空気ガス室8、カーボン紙からなる陰極側プレート10、プラチナ陰極12、PEM膜14（通常例えば「ナフィオン117」という名称で市販されている）、プラチナ陽極16、カーボン紙からなる陽極側プレート18、水素ガス室20、冷却水側のスペーサ22及び冷却室24を有し、これらがこの順序で1つの板状体として積み重ねられている。陰極側の冷却室4及び陽極側の冷却室24は図示されてない冷却水循環路に接続されている。空気ガス室8には入口側に空気供給管26及び出口側に排ガス管28が接続され、そして排ガス管は調整部材30及び膨張タービン32を介して大気中に連絡している。調整部材30には再循環路34が接続され、これはガス圧縮器36を介して空気供給管26に接続されている。空気の流れ方向に見て再循環路34が空気供給管26に接続される前で空気供給管26には空気圧縮器38が接続されている。ガス圧縮器36及び空気圧縮器38の駆動力の一部はこの図では概略的にのみ示された接続管40を介して排ガ

ス

膨張タービン32によって調達される。残りの駆動力はこの図で詳しくは示されていないモータ41により供給される。

水素ガス室20の入口側には水素供給管42が接続されている。この水素供給管は水素源44から弁46及びガス加湿器48を介して水素ガス室20に入る。水素ガス室20の出口側には水素ガスの戻し管50が接続され、これはガス圧縮器52を介して空気加湿器48と水素ガス室20との間で水素供給管42に開口している。

燃料電池2の作動の際この実施例では水素ガス室20は約2バールの水素分圧を受ける。ガス圧縮器36及び空気圧縮器38により空気ガス室8は空気圧を受け、その際この実施例では空気静圧は約1.3乃至4バールaである。陰極では空気酸素分子がそれぞれ4つの電子を取って触媒作用により2重の負に帯電された2つの酸素イオンに変換される。酸素イオンは陰極12とPEM14との間の境界層に達する。酸素の還元に必要な電子は触媒により陽極で生成され、そこでそれぞれ2つの水素分子が4つの水素イオンと4つの電子に分解される。その際カーボン紙からなる除極側プレート10に接続された端子54及びカーボン紙からなる陽極側プレート18に接続された端子56に約0.5乃至1Vの電圧 U_{bz} が設定された負荷電流に応じて印加される。

端子54と56との間に電氣的な負荷が接続されると、陽極で自由になった電子は電流計58及び図示されていない外部の電気負荷を介して陰極12に流れる。燃料電池2はその場合その規定に応じた運転を行い、約 $700\text{ mW}/\text{cm}^2$ までの出力並びに $1000\text{ mA}/\text{cm}^2$ の電流密度に達する。その場合作動温度は約 80°C である。先ずガス加湿器48に導入されそこで加湿され水素供給管42を介して陽極16に流入する水素ガスは、その一部が燃料電池において電子を放出し、次いで水を生成して消費される。生成水とも呼ばれるこの水は殆ど主として陰極12とPEM14との間の境界面で形成されるので、水素ガスの消費されない部分は水素ガス戻し管50に導かれる。生成水で加湿された水素ガスは次いでガス圧縮器52を介して再び水素供給管42に導かれ、陽極16に流入して

、陽極16とPEM14との間の境界面におけるPEM14の乾燥を回避する。水素ガスの消費された部分はその場合水素源44から補充され、ガス加湿器48で加

湿される。ガス加湿器48に、この図では示されていないが陰極側の排ガスから得られた凝縮水を供給することもできる。

陰極側に生じた生成水は空気流とともに空気ガス室8から排ガス管28へ流入して燃料電池2から離れる。燃料電池の放出出力に関係して調整部材30により排ガスの一部が再循環路34に導入され、そこからガス圧縮器36を介して再び空気供給管26に供給される。これにより電気化学反応の際陰極12とPEM14との間の境界層に発生する水の一部が陰極12に再循環させられ、これによりPEM14の乾燥、従って燃料電池2の機能障害が回避させられる。再循環させられる空気量は燃料電池2の全負荷の際に排ガス空気量の約半分である。従って陰極12側のPEM14の十分な加湿も保証される。

必要な空気比 $m \geq 2.5$ 及び半分の排気量が戻される場合全体で空気ガス室を通して送られる空気量は約20%上昇する。従って燃料電池2を通る空気路における圧力降下及び従ってまた空気圧縮のための需要動力も上昇する。空気比 m はその場合酸素需要（化学量論的）に対する空気中の酸素量として定義される。さらになお再循環させられる排ガス量に対するガス圧縮器36の動力需要が加わり、その際ガス圧縮器36は、再循環させられた排ガスを再び空気ガス室8の入口空気圧に加圧するために、僅かな空気圧差を平衡しさえすればよい。空気圧縮器38によって消費される動力の一部はその場合残りの排ガス量によって作動させられる排ガス膨張タービン32によってもたらされる。

排ガス空気のこの再循環が行われない場合には空気圧縮器38にこの図には示されていないガス加湿器を前置して、PEMの陰極側の乾燥を回避しなければならない。この場合このいわゆる膜加湿器の寸法決めは、最低のシステム圧に従って、即ち可能な最大空気量に適合させて設定されなければならない。このような膜加湿器は技術的に実現可能ではあるが、燃料電池2の積層体の数倍の容積を持ちかなり高い製造コストを必要とする。従って膜加湿器の使用に伴う欠点はPE

M燃料電池2の使用を妨げるおそれがある。

図2は、再循環させられる空気を空気供給管26に導入して圧力差を平衡する異なる実施例を示す。このために再循環路34の開口個所において空気ジェット圧縮器63が、その吸引管60が再循環路34に、圧縮空気供給管62が空気圧

縮器38に接続されるように組み込まれる。この場合燃料電池2に流入する圧縮された空気により再循環させられるガス混合物が調整部材30のその時の調整に応じて吸引される。

陰極側に生ずる排ガスをこのように再循環させることにより僅かな経費で嵩の大きいかつコストのかかる空気加湿器を節約することができ、従ってPEM14をベースとした燃料電池2の製造コストを減少する前提が作られる。

このように図1に対して僅かに変更された構造は、またアルカリ性又は酸性燃料電池においても燃料電池の陰極側における個別の空気加湿器の使用の省略を可能にする。全体としてこの発明により提案された方法は、これらの燃料電池においても燃料電池の全体効率の改善をもたらすことができる。図1に示された実施例の全体効率は、部分負荷運転において例えば20%の負荷率で60%以上になる。

【図1】

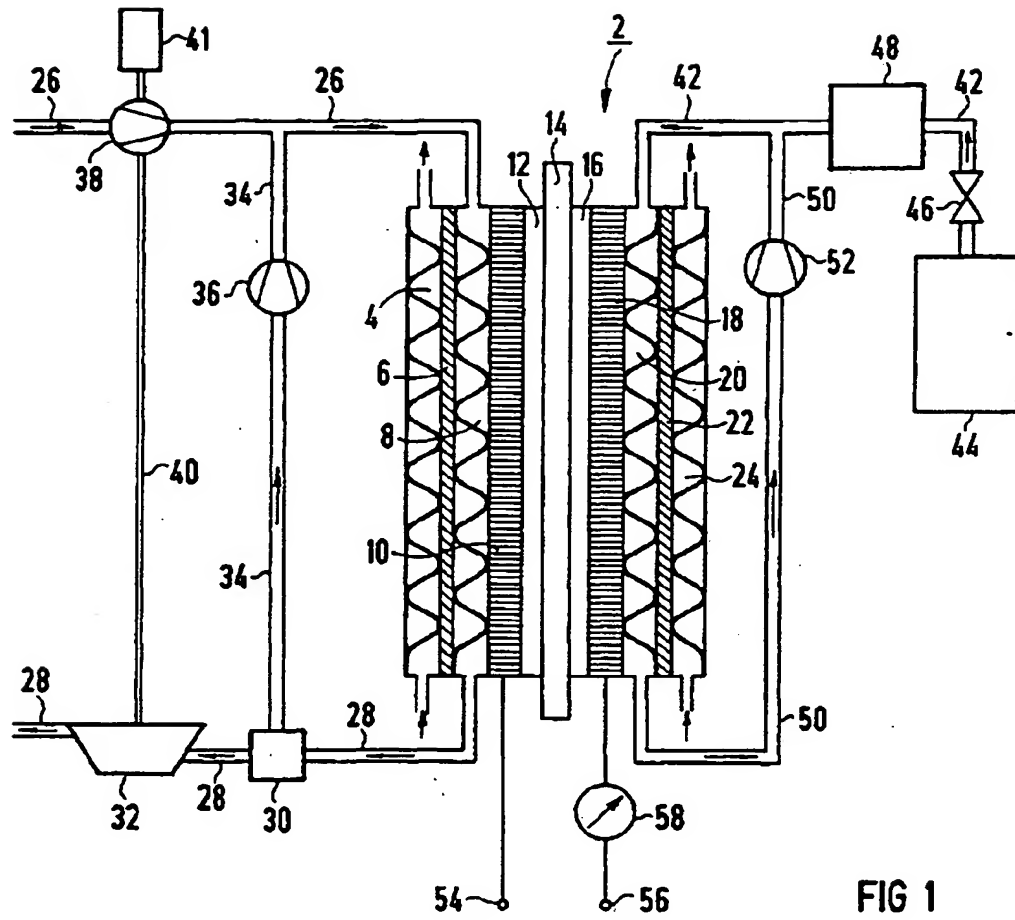


FIG 1

【図2】

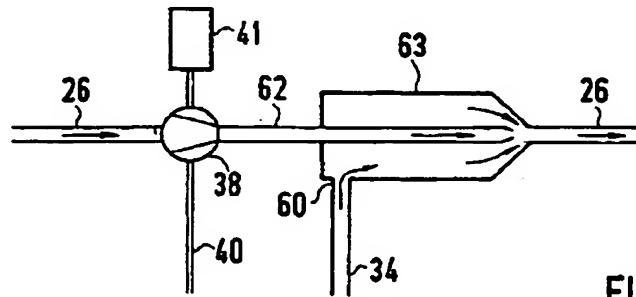


FIG 2

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE 92/00661

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
Int.Cl. 5 : H01M 8/04		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
Int.Cl. 5 : H01M		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE, B2, 2533215 (LICENTIA PATENT-VERWALTUNGS-GMBH), 6 December 1979 (06.12.79), column 3, line 43 - column 4, line 11, claim 1	1-3, 10
X	DE, A1, 4021097 (SIEMENS AG), 9 January 1992 (09.01.92), column 4, line 12 - line 63, claim 1	1-10
X	US, A, 4362789 (SHYAM V. DIGHE), 7 December 1982 (07.12.82), column 2, line 60 - column 3, line 8	1-3
X	US, A, 4859545 (GLENN W. SCHEFFLER ET AL), 22 August 1989 (22.08.89), column 2, line 25 - line 52	1-3
A	WO, A1, 9213365 (BALLARD POWER SYSTEMS INC.), 6 August 1992 (06.08.92), abstract	1-10

<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "F" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 7 April 1993 (07.04.93)		Date of mailing of the international search report 29 April 1993 (29.04.93)
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

SA 3678

Information on patent family members

26/02/93

International application No.

PCT/DE 92/00661

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE-B2- 2533215	06/12/79	NONE	
DE-A1- 4021097	09/01/92	WO-A- 9200614	09/01/92
US-A- 4362789	07/12/82	EP-A- 0075425 JP-A- 58061576	30/03/83 12/04/83
US-A- 4859545	22/08/89	EP-A- 0341189 JP-A- 2018868	08/11/89 23/01/90
WO-A1- 9213365	06/08/92	AU-A- 1164292	27/08/92

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

1. Humidification approach of electrolyte of fuel cell characterized by making exhaust gas produced in cathode side of fuel cell (2) carry out recycling to cathode (12) of fuel cell (2) partially at least.
2. It is Recycling Way (34) to Exhaust Gas Pipe (28) Connected to Cathode Side of Fuel Cell (2). The fuel cell for enforcing the approach according to claim 1 which *****, and a part of exhaust gas [at least] produced in a cathode side through this is made to carry out recycling to the cathode (12) of a fuel cell (2), and is characterized by attaching controller material (30) to the recycling way (34) further.
3. Fuel cell according to claim 2 characterized by adjusting a part of exhaust gas in which controller material (30) carries out recycling in proportion to emission output of fuel cell (2).
4. Fuel cell according to claim 1 or 2 characterized by carrying out opening to air supply tubing (26) by which recycling way (34) was connected to cathode side through gas-compression machine (36).
5. Fuel cell according to claim 4 characterized by seeing in air supply tubing (26) in flow direction of air, and incorporating air compressor (38) in front of opening part of recycling way (34).
6. Fuel cell according to claim 2 or 3 characterized by seeing in air supply tubing in flow direction of air, incorporating gas-compression machine behind opening part of recycling way, and incorporating diaphragm in front of opening part.
7. Fuel cell according to claim 2 or 3 characterized by for recycling way (34) carrying out opening to siphon (60) of air-bleed compressor (63), and supplying the compressed air with gas-compression vessel (38) by which this air-bleed compressor was connected to air supply tubing (26), and connecting with cathode side of fuel cell (2).
8. Claim 2 characterized by being fuel cell of polymer electrolyte membrane mold (PBM) thru/or fuel cell of one publication of seven.
9. Claim 2 characterized by being alkaline fuel cell thru/or fuel cell of one publication of seven.
10. Claim 2 characterized by being an acid fuel cell thru/or the fuel cell of one publication of seven.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

A fuel cell and the humidification approach of that electrolyte This invention relates to the humidification approach of the electrolyte of a fuel cell especially the fuel cell of a polymer electrolyte membrane mold, and a fuel cell.

Generally, a fuel cell consists of an electric conduction plate, cathode, an ion conductivity interlayer, an anode plate, and another electric conduction plate, and is accumulated on plate-like in order of the above [these]. Especially the fuel cell of this configuration will be well-known in the FAU day I report No. 912 and 1992 by the paper "the fuel cell for electric tow tractors" of 125 thru/or 145-page car SHUTORASA in APURUBAI and the Fawkes collaboration "fuel cell handbook" list which were published in New York in 1989. Since a fuel cell can transform into direct electrical energy the energy combined chemically, it makes it possible to be higher effectiveness and to change the fuel, for example, hydrogen, natural gas, and biogas into electrical energy at a fewer burden to an environment rather than being conventionally made in the well-known traditional thermal power station where the effectiveness is restrained by the so-called Carnot's cycle.

If the above-mentioned reference is followed, with regards to the electric drive force, the fuel cell (PEM fuel cell) of a polymer electrolyte membrane mold is made desirable. This type of fuel cell can be operated also with gas and air which contain pure gas or CO₂ technically. If an advantageous thing is illustrated [as opposed to / especially / the use in an automobile], it will be that there is no corrosive liquefied electrolyte with the long duration property that power density is high and it is sufficient and, low [an operating temperature] (<100 degree C). A corrosive liquefied electrolyte is used in acidity or an alkaline fuel cell.

The special problem in the above-mentioned fuel cell is the moisture balance in the electrolyte under actuation of a fuel cell. The moisture content in a fuel cell, especially an electrolyte is closely related to the functionality of a fuel cell. If the moisture content in an electrolyte is too high, the dilution will become high and will become reduction of the available output of a fuel cell. Moreover, if an electrolytic moisture content is too low, internal resistance will go up and it will become reduction of the electric generating power of a fuel cell similarly. Even if an electrolyte furthermore dries partially, it may result in generation of the generation of gas, i.e., inflammable-gas mixture. In being the worst, a gas mixture object burns and it brings about damage or destruction of a fuel cell.

So, the evaporation condensing plant which requires cost considerably in an acid or alkaline fuel cell for adjustment of an electrolytic moisture content is formed, and showing the water surface top by which temperature control was carried out to transportation of a steam using a part of gas [at least] which flows into a fuel cell for the purpose of a parenthesis is already proposed.

The PEM fuel cell which operates especially with hydrogen and air needs an evaporator, in order to adjust the moisture content in the film to which a proton is led. This evaporator must be fitted to the minimum system ** about that dimension arrangement. In constant temperature, the maximum stream flow is humidified in this case, therefore it is because the greatest matter exchange area is required. It must submit to the remarkable big structure volume [like] which also reaches the magnitude of an

original fuel cell block when using such an evaporator, and the high investment cost accompanying this as a fault. These faults are very serious when using a PEM fuel cell, followed the use, especially movable use, and have barred larger application of such [again] a fuel cell.

The technical problems of this invention are a fuel cell and the humidification approach of that electrolyte, and are to offer the approach of canceling the above-mentioned fault so that a fuel cell can be used from an economical viewpoint.

The above-mentioned technical problem about an approach is solved by making the exhaust gas of the fuel cell produced in a cathode side re-**** to the cathode of a fuel cell partially at least. The water (generation water) which this produces in a fuel cell in the case of an electrochemical reaction is away held from the cathode of a fuel cell, and is made to carry out recycling to the cathode of a fuel cell partially subsequently at least with excessive exhaust gas first. Whenever [humidification / of the oxidizer which flows into cathode by this] goes up, and better humidification of the electrolyte of a fuel cell is guaranteed. In addition, the supply of an oxidizer to the cathode of a fuel cell means supply of pure oxygen technically besides supply of the oxygen in air of perimeter air in this case.

The technical problem of this invention about a fuel cell connects a recycling way to the exhaust gas pipe connected to the cathode side of a fuel cell, and it is solved by making controller material attach to a recycling way while enabling recycle of a part of exhaust gas [at least] produced in a cathode side through this in the cathode of a fuel cell.

It becomes possible to return again a part of water taken out from the cathode side of a fuel cell by this, and heat to cathode. The amount made [exhaust gas] to carry out recycling by controller material can be adjusted.

In this case, as for the recycling part of exhaust gas, it is desirable to especially be prepared so that it may be proportional to the output of a fuel cell by controller material. It can ask for the output of a fuel cell easily by measuring a current and an electrical potential difference in that case, and the matter converted quantity of a fuel cell also rises in proportion to an output with the rise of the output of a fuel cell in that case. The recycling part of exhaust gas is adjusted by controller material according to this. In order to pressurize the recycling part of exhaust gas again at the inlet-port pneumatic pressure by the side of cathode, it is desirable to connect a recycling way to air supply tubing connected to the cathode side through the gas-compression machine.

In that case, a gas-compression machine balances only the comparatively small differential pressure between a cathode inlet port and an outlet, pressurizes a comparatively small air content, and should just carry out it to **.

Two examples of this invention are explained in detail with reference to a drawing.

the PEM fuel cell with which drawing 1 was equipped with the recycling way for the exhaust gas of a fuel cell which occurs in a cathode side -- rough -- being shown -- drawing 2 -- re--- a shield -- a loop route shows the part connected to air supply tubing in the form where the examples of drawing 1 differ. The cathode side plate 10 with which the fuel cell 2 roughly shown in drawing 1 consists of a cooling room 4, the spacer 6 by the side of cooling water, an air gas room 8, and the carbonic paper, the BURACHINA cathode 12, the PEM film 14 (usually marketed, for example by the name "Nafion 117"), the platinum anode plate 16, It has the spacer 22 and cooling room 24 by the side of the anode plate side plate 18 which consists of the carbonic paper, the hydrogen gas chamber 20, and cooling water, and these are accumulated as one plate in this sequence. The cooling room 4 by the side of cathode and the cooling room 24 by the side of an anode plate are connected to the cooling water circuit which is not illustrated. An exhaust gas pipe 28 is connected to an entrance side at the air gas room 8 at the air supply tubing 26 and an outlet side, and the exhaust gas pipe is connected into atmospheric air through the controller material 30 and an expansion turbine 32. The recycling way 34 is connected to the controller material 30, and this is connected to the air supply tubing 26 through the gas-compression machine 36. Before seeing to the flow direction of air and connecting the recycling way 34 to the air supply tubing 26, the air compressor 38 is connected to the air supply tubing 26. A part of driving force of the gas-compression machine 36 and an air compressor 38 is supplied by the exhaust gas expansion turbine 32 in this drawing through the communication trunk 40 which accepted it roughly and was shown. The

remaining driving force is supplied by the motor 41 which is not shown in detail in this drawing. The hydrogen supply pipe 42 is connected to the entrance side of the hydrogen gas chamber 20. This hydrogen supply pipe goes into the hydrogen gas chamber 20 through a valve 46 and the gas humidifier 48 from the source 44 of hydrogen.

The return tubing 50 of hydrogen gas is connected to the outlet side of the hydrogen gas chamber 20, and opening of this is carried out to the hydrogen supply pipe 42 between the air humidifier 48 and the hydrogen gas chamber 20 through the gas-compression machine 52.

In this example, the hydrogen gas chamber 20 receives the hydrogen partial pressure of about 2 bars in the case of actuation of a fuel cell 2. The air gas room 8 receives pneumatic pressure with the gas-compression machine 36 and an air compressor 38, and air static pressures are about 1.3 thru/or 4bara in this example in that case. It is changed into two oxygen ion to which the air oxygen molecule took four electrons, respectively, and was charged in negative [of a duplex] by the catalysis in cathode. Oxygen ion reaches the boundary layer between cathode 12 and PEM14. An electron required for reduction of oxygen is generated by the catalyst in an anode plate, and the hydrogen content child of two ***** is decomposed into four hydrogen ions and four electrons there. According to the load current to which the electrical potential difference UBz of about 0.5 thru/or 1V was set, it is impressed by the terminal 56 connected to the anode plate side plate 18 which consists of the terminal 54 and the carbonic paper which were connected to the **** side plate 10 which consists of the carbonic paper in that case.

If an electric load is connected among terminals 54 and 56, the electron which became free in the anode plate will flow to cathode 12 through an ammeter 58 and the external electric load which is not illustrated. A fuel cell 2 performs operation according to the convention in that case, and reaches the output list to about 700 mW/cm² at the current density of 1000 mA/cm². In that case, operating temperature is about 80 degrees C. The part emits an electron in a fuel cell, and subsequently the hydrogen gas which is first introduced into the gas humidifier 48, is humidified there, and flows into an anode plate 16 through the hydrogen supply pipe 42 generates water, and is consumed. Since this water called generation water is almost mainly formed in the interface between cathode 12 and PEM14, the part in which hydrogen gas is not consumed is led to the hydrogen gas return tubing 50. Subsequently the hydrogen gas humidified with generation water is again led to the hydrogen supply pipe 42 through the gas-compression machine 52, it flows into an anode plate 16, and desiccation of PEM14 in the interface between an anode plate 16 and PEM14 is avoided.

The part in which hydrogen gas was consumed is filled up from the source 44 of hydrogen in that case, and is humidified with the gas humidifier 48. Although not shown to the gas humidifier 48 by this drawing, the water of condensation obtained from the exhaust gas by the side of cathode can also be supplied.

With airstream, the generation water produced in the cathode side flows into an exhaust gas pipe 28 from the air gas room 8, and separates from a fuel cell 2. A part of exhaust gas is introduced into the recycling way 34 by the controller material 30 with regards to the emission output of a fuel cell, and the air supply tubing 26 is again supplied through the gas-compression machine 36 from there. Some water generated in the boundary layer between cathode 12 and PEM14 by this in the case of electrochemical reaction is made to carry out recycling to cathode 12, and, thereby, desiccation of PEM14, therefore the functional disorder of a fuel cell 2 are made to avoid. The air content which carries out recycling is the abbreviation one half of an exhaust gas air content in the case of the full load of a fuel cell 2. Therefore, sufficient humidification of PEM14 by the side of cathode 12 is also guaranteed.

When the displacement of the required excess air ratio $m \geq 2.5$ and one half is returned, the air content sent through an air gas room on the whole increases about 20%. Therefore, the pressure drawdown in the air conduit which passes along a fuel cell 2, and the need power of air compression which is a sake also go up by following again. An excess air ratio m is defined as an amount of oxygen in the air over oxygen need (stoichiometric) in that case. The power need of the gas-compression machine 36 to the amount of exhaust gas which carries out recycling further in addition is added, and in that case, the gas-compression machine 36 has only to balance few air pressure deficits, in order to pressurize again the exhaust gas which carried out recycling at the inlet-port pneumatic pressure of the air gas room 8. A part

of power consumed with an air compressor 38 is brought about by the exhaust gas expansion turbine 32 operated by the remaining amount of exhaust gas in that case.

When this recycling of exhaust gas air is not performed, the gas humidifier which is not shown in an air compressor 38 in this drawing must be prefaced, and the desiccation by the side of the cathode of PEM must be avoided. In this case, according to the minimum system **, a dimension arrangement of this so-called film humidifier is fitted to the possible maximum air content, and must be set up. Such a film humidifier needs a quite high manufacturing cost with a layered product several times the volume of a fuel cell 2, although it is technically realizable. Therefore, the fault accompanying use of a film humidifier has a possibility of barring use of the PEM fuel cell 2.

Drawing 2 shows a different example which introduces into the air supply tubing 26 the air which carries out recycling, and balances differential pressure. For this reason, in the opening part of the recycling way 34, the air-bleed compressor 63 is incorporated so that that siphon 60 may be connected to the recycling way 34 and the compressed-air supply pipe 62 may be connected to an air compressor 38. In this case, the gas mixture object the compressed air which flows into a fuel cell 2 carries out [an object] recycling is attracted according to the adjustment at that time of the controller material 30.

The premise which decreases the manufacturing cost of the fuel cell 2 which could save the air humidifier which is ** at slight cost, and which cost requires and it is large, therefore used PEM14 as the base is made by carrying out recycling of the exhaust gas produced in a cathode side in this way. Thus, the structure slightly changed to drawing 1 is also set to alkalinity or an acid fuel cell again, and enables the abbreviation of use of the air humidifier according to individual by the side of the cathode of a fuel cell. The approach proposed by this invention as a whole can bring about an improvement of the whole fuel cell effectiveness also in these fuel cells. The whole example effectiveness shown in drawing 1 becomes 60% or more by 20% of load factor in partial load operation.

[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.